

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-145531

(43)Date of publication of application : 28.05.1999

(51)Int.Cl.

H01S 3/036

(21)Application number : 09-309084

(71)Applicant : SHIMADZU CORP

(22)Date of filing : 11.11.1997

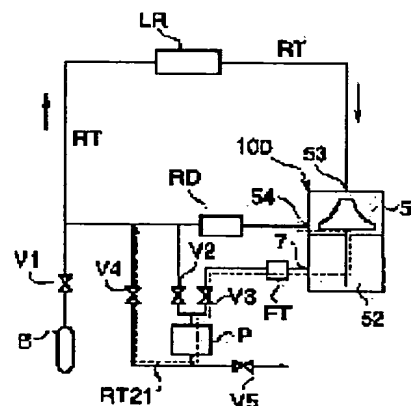
(72)Inventor : HORIKAWA KOJI

(54) GAS CIRCULATION EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gas circulation equipment with a small amount of gas consumption, without the need for discharging a gas to the outside.

SOLUTION: By operating a turbo blower 100 and a vacuum pump P and at the same time adjusting the opening of switching valves V3 and V4, a gas is circulated to a second gas circulation path RT21. More specifically, a mixed gas passes through a gas compression room 51 and a seal mechanism from a gas circulation path RT and flows into a bearing-retaining room 52. Then, it reaches an oil mist filter FT from an external port 7, where impurities such as oil is eliminated and then returns to the gas circulation path RT after passing through the switching valve V4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

31.05.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-145531

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int.Cl.⁴

H 0 1 S 3/036

識別記号

F I

H 0 1 S 3/03

J

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-309084

(22) 出願日 平成9年(1997)11月11日

(71) 出願人 000001993

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72) 発明者 堀川 浩司

京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会

社島津製作所三条工場内

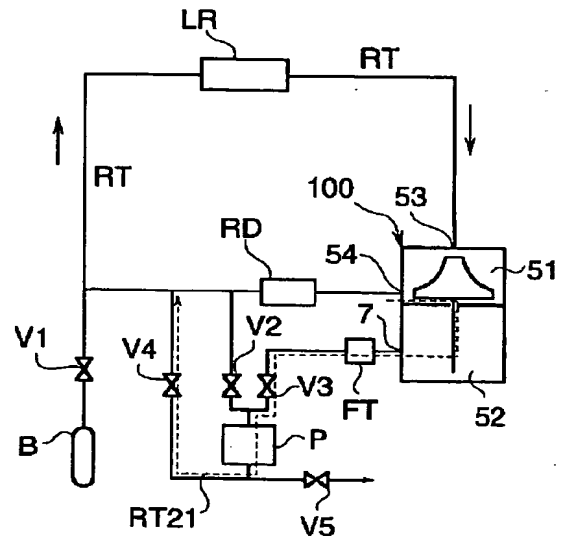
(74) 代理人 弁理士 赤澤 一博

(54) 【発明の名称】 ガス循環器

(57) 【要約】

【課題】 外部にガスを排出する必要がなく、ガス消費量の小さい、ガス循環器を提供する。

【解決手段】 ターボブロワ100、真空ポンプPを運転するとともに、開閉弁V3、V4の開度を調整することによって、第2ガス循環経路RT21にガスを循環させる。具体的に混合ガスは、ガス循環経路RTから、ガス圧縮室51、シール機構8を通過し、軸受保持室52に流入する。そして、外部ポート7からオイルミストフィルタFTに至り、ここでオイル等の不純物を取り除かれた後、開閉弁V3、真空ポンプP、開閉弁V4を経由してガス循環経路RTに戻ることとなる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】ガス循環経路と、このガス循環経路上に配設されるガス圧縮機およびレーザ発振部とを備えてなり、ガス圧縮機が、回転翼を保持しガスを循環させる機能を有するガス圧縮室と、前記回転翼に直結された回転翼駆動軸を保持する軸受保持室とを備えてなるものであるガス循環器において、前記ガス循環経路からガス圧縮室、軸受保持室を介して再びガス循環経路に至る第 2 ガス循環経路を設け、この第 2 ガス循環経路にもガスを循環させるように構成したことを特徴とするガス循環器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CO₂ガスレーザ等に適用されるガス循環器に関する。

【0002】

【従来の技術】CO₂ガスレーザ等に適用されるガス循環器は、レーザ発振部に常にガスを循環させておくようにするため、ガス循環経路とこのガス循環経路上に配設されるガス循環用のガス圧縮機とを備えてなる。このガス圧縮機とは回転翼を保持しガスを循環させる機能を有するガス圧縮室と、回転翼に直結された回転翼駆動軸を保持する軸受保持室とを備えてなるものが知られている。しかし従来、軸受に転がり軸受等の接触型のものをを用い潤滑用オイルを必要とするガス圧縮機を使用するガス循環器においては、このオイルが、前記回転翼駆動軸に沿って軸受保持室からガス圧縮室を介しガス循環経路内に混入しないように、ラビリンスシール等のシール機構を配するとともに、軸受保持室内をガス圧縮室より低圧にすべく、真空ポンプを軸受保持室に接続し、真空ポンプによりガスを吸引するとともに、この吸引したガスを大気中に排出していた。また、ガス循環経路からガス圧縮室、軸受保持室を介して排出されるガス量に見合うガス量をガス循環経路に設けた混合ガスポンプから供給し、ガス循環経路内の圧力低下を防止していた。

【0003】一方、軸受に、動圧ガス軸受を用いたガス圧縮機を使用するガス循環器においては、軸受に常にガスを供給しなければならないため、混合ガスポンプを軸受保持室に接続して軸受保持室にガスを導入するとともに、軸受保持室からガス圧縮室を介しガス循環経路内に流入するガス量に見合うガス量をガス循環経路に設けた真空ポンプ等により大気中に排出し、ガス循環経路内の圧力が上昇しないようにする必要がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなものでは、いずれにしても、大気中に排出したガス量に相当するガス量を、常に混合ガスポンプから供給し続けなければならないため、ガス消費量が大きくランニングコストがかさむという問題点があった。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の問題点を解決する

ために、本発明は、ガス循環経路と、このガス循環経路上に配設されるガス圧縮機およびレーザ発振部とを備えてなり、ガス圧縮機が、回転翼を保持しガスを循環させる機能を有するガス圧縮室と、前記回転翼に直結された回転翼駆動軸を保持する軸受保持室とを備えてなるものであるガス循環器において、前記ガス循環経路からガス圧縮室、軸受保持室を介して再びガス循環経路に至る第 2 ガス循環経路を設け、この第 2 ガス循環経路にもガスを循環させるように構成したことを特徴とするものである。

【0006】このようなものであれば、ガス循環経路上のガスを軸受保持室に流入させ、再びガス循環経路上に戻すこととなり、外部にガスを排出する必要がなくなるので、混合ガスポンプからは、レーザ発振部において消費される微量のガス量のみを供給するだけで良くなる。すなわち、ガス消費量を低減してランニングコストを下げる事が可能になる。

【0007】

【実施例】以下本発明の第 1 実施例を、図 1～図 3 を参照して説明する。本実施例のガス循環器は、図 1 に示すように、ガス循環経路 RT と、ガス循環経路 RT 上に設けたレーザ発振部 LR と、レーザ発振部 LR に直列にガス循環経路 RT 上に設けたガス圧縮機たるターボプロフ 100 と、ターボプロフ 100 の下流に設けた熱交換器 RD と、ガス循環経路 RT を循環するガスを供給する混合ガスポンプ B と、ドライタイプの真空ポンプ P とを備えてなる。

【0008】このターボプロフ 100 は、図 2 に示すように、ケーシング 5 と、回転翼駆動軸 2 と、この回転翼駆動軸 2 の上端に固着した回転翼 1 と、この回転翼駆動軸 2 を回転可能に支承する転がり軸受 3 と、この回転翼駆動軸 2 を回転させる電動モータ 4 とを具備してなる遠心式のものである。なお、本実施例のものは回転翼駆動軸 2 を起立させて使用する。

【0009】ケーシング 5 は、回転翼 1 を内蔵するガス圧縮室 51 と、これらガス圧縮室 51 の下端から連続して設けられ、回転翼駆動軸 2 を遊嵌させる軸受保持室 52 とを備えてなる。ガス圧縮室 51 は、各回転翼 1 の頂部方向に開口するガス導入ポート 53 と、回転翼 1 の側方に開口するガス導出ポート 54 とを備えてなる。軸受保持室 52 は、その中央近傍に設けられ後述する電動モータ 4 を支持するモータ配設部 55 と、このモータ配設部 55 の上下方にそれぞれ設けられ転がり軸受 3 を支持する軸受支持部 56 と、下端部に設けたオイルだめ部 22 とを備えてなる。また、この軸受保持室 52 と外部ポート 7 を接続する外部接続経路 6 を設けている。さらに、軸受保持室 52 とガス圧縮室 51 とは、例えば回転翼駆動軸 2 の上端に周設したラビリンスシール等のシール機構 8 により区切っている。

【0010】回転翼 1 は、切頭円錐状の基体 11 の斜面

部に螺旋状に複数の翼体12を立設したもので一般に知られているものである。回転翼駆動軸2は、例えば、内部に図示しないオイル供給路を有し、このオイル供給路の一端をオイルだめ部22に開口させるとともに、他端を転がり軸受の上側に開口させたものである。さらに、オイル供給路の下端に一体に設けられオイルだめ22からオイルを吸い上げる図示しない遠心ポンプ部とを備えている。

【0011】転がり軸受3は、軸受支持部56に支持させたもので、本実施例では、アンギュラタイプのものを採用し、ジャーナル方向、スラスト方向に作用する両荷重を支持するようにしている。電動モータ4は、ロータ41を回転翼駆動軸2に外嵌させて固着するとともに、ロータ41の周囲にケーシング5に支持させてステータ42を配設した例えばDCブラシレス式のものである。回転翼駆動軸2と一体的に設け、直接的に回転翼駆動軸2を駆動させるものである。本実施例では電動モータ4の駆動源としてインバータ43を用いている。

【0012】しかし、本実施例の特徴であるガス循環器の配管構成は、図1に示すように、真空ポンプPの吸気ポートをガス循環経路RTとターボブロワ100の外部ポート7とにそれぞれ開閉弁V2、V3を介して接続し、真空ポンプPの排気ポートをガス循環経路RTと大気とにそれぞれ開閉弁V4、V5を介して接続したものである。また、開閉弁V3とターボブロワ100の外部ポート7との間には、軸受保持室52内から出る潤滑オイル等の不純物を除去するオイルミストフィルタFTを設けている。すなわち、本実施例では、ガス循環経路RT、ガス圧縮室51、シール機構8、軸受保持室52、外部ポート7、オイルミストフィルタFT、開閉弁V3、真空ポンプP、および開閉弁V4から再びガス循環経路RTに戻る配管経路が、第2ガス循環経路RT21に相当することとなる。また、混合ガスポンベBは、開閉弁V1を介してガス循環経路RTに接続している。

【0013】このように構成したガス循環器の使用方法について以下に述べる。循環器稼働時においては、事前にガス循環経路RT内を所定圧力の混合ガスで充填する必要がある。このために、最初、開閉弁V1～V5を全て閉じた状態から開閉弁V2、V3、V5を開くとともに真空ポンプPを駆動してガス循環経路RT内を真空状態にした後、開閉弁V2、V3、V5を閉止する。しかる後、開閉弁V1を開いて混合ガスポンベBからガスバージし、ガス循環経路RTのガス圧が所定圧になれば開閉弁V1を閉止する。実際にはこの操作を何回か繰り返し、ガス純度を所定以上にする。そして、再び開閉弁V1～V5を全て閉じた状態にする。

【0014】次に、ターボブロワ100、真空ポンプPを運転するとともに、開閉弁V3、V4の開度を調整することによって、第2ガス循環経路RT21にガスを循環させる。具体的に混合ガスは、ガス循環経路RTか

ら、ガス圧縮室51、シール機構8を通過し、軸受保持室52に流入する。そして、外部ポート7からオイルミストフィルタFTに至り、ここでオイル等の不純物を取り除かれた後、開閉弁V3、真空ポンプP、開閉弁V4を経由してガス循環経路RTに戻ることとなる。本実施例の場合は、ガス循環経路RTを真空にする場合と、第2ガス循環系路RT21にガスを循環させる場合とで真空ポンプPを共用しているが、前者と後者とで真空ポンプPの圧縮比性能を変える必要があるため、真空ポンプPの回転数を後者の場合に遅くして圧縮比性能を落として用いている。また、レーザ発振部LRにより消費されるガス分量に見合うガス量を供給して、ガス循環経路RT内のガス量を一定に保つべく、開閉弁V1を若干開いて、混合ガスポンベBからガス循環経路RTにガスを供給している。

【0015】真空ポンプPにロータリポンプなどのオイルを使用するタイプのものをを用いる場合には、図3に示すように、開閉弁V4と真空ポートPの排気ポートとの間にさらにオイルミストフィルタFT2を設けたり、あるいはオイルミストフィルタ内蔵の真空ポンプを用いればよい。次に、本発明の第2実施例を、図4～図6を参照して説明する。なお、第1実施例と同様の部材については、同一の符号を付すこととする。

【0016】本実施例のガス循環器は、図4に示すように、ガス循環経路RTと、ガス循環経路RT上に設けたレーザ発振部LRと、レーザ発振部LRに直列にガス循環経路RT上に設けたガス圧縮機たるターボブロワ101と、ターボブロワ101の下流に設けた熱交換器RDと、ガス循環経路RTを循環するガスを供給する混合ガスポンベBと、ドライタイプの真空ポンプPとを備えている。

【0017】第1実施例との差異は、ターボブロワ101が動圧ガス軸受を有するものである点であり、このターボブロワ101について以下に簡単に説明しておく。このターボブロワ101は、図5に示すように、ケーシング5と、回転翼駆動軸102と、この回転翼駆動軸2の上端に固着した回転翼1と、この回転翼駆動軸102を回動可能に支承する動圧ガス軸受131、132と、この回転翼駆動軸2を回転させる電動モータ4とを具備してなる遠心式のものである。なお、本実施例のものは回転翼駆動軸102を起立させて使用する。

【0018】本実施例のターボブロワ101は、第1実施例の転がり軸受に代えて動圧ガス軸受を採用したものである。したがって、回転翼やガス圧縮室の構成は第1実施例と同様であるが、軸受の違いにより、回転翼駆動軸、軸受保持室、シール機構の構成に差異を生じる。差異部分を図5に基づいて個々に説明すると、回転翼駆動軸102は下端部近傍に設けた円盤体121を一体に備えている。

【0019】軸受保持室152には、その中央近傍に電

動モータ4を配設し得るモータ配設部55と、その下端近傍に後述するスラスト軸受132を配設するスラスト軸受配設部156とを設けている。さらに、ケーシング5の外面に開口する外部ポート7と連通させる外部接続経路6を設けている。また、軸受保持室152とガス圧縮室51とは、回転翼駆動軸102の両端端に周設したシール機構108により区切っている。このシール機構108は軸受保持室152とガス圧縮室51とを完全に分離してしまうものではなく、若干の隙間をもって連通させるとともに絞り機能を有するものである。

【0020】軸受は、動圧ガス軸受と称されるもので、本実施例では、ジャーナル方向に作用する負荷に対して回転翼駆動軸102を支持するジャーナル軸受131と、スラスト方向に作用する負荷に対して回転翼駆動軸2を支持するスラスト軸受132とから構成している。ジャーナル軸受131は、回転翼駆動軸102の中間より上方よりおよび下方よりの2カ所に配設したもので、例えば、矩形状の薄板を丸めて形成するとともにその一端を後述する軸受保持室152の内壁面に支持させ、回転翼駆動軸102の周囲に配置したジャーナル支持板133と、このジャーナル支持板133の外方に周設され、ジャーナル支持板133を内方に弾性付勢して回転翼駆動軸102に押接させる複数の板ばね材134とから構成したものである。スラスト軸受132は、例えば、円盤体121の上下にそれぞれ配設したスラスト支持板136と、これらスラスト支持板136の上下に配設されスラスト支持板136を弾性付勢して円盤体121に押接させる板ばね材137とから構成している。そして、回転翼駆動軸102が静止もしくは一定回転数以下の場合には、前記弾性付勢力により回転翼駆動軸102をがたなく支承し、一定回転数以上になると回転翼駆動軸102の回転により巻き込まれるガスを利用して、回転翼駆動軸102の周囲および円盤体121の上下面に動圧を発生させ、この動圧によりジャーナル支持板133およびスラスト支持板136を後退させて気体膜を形成し、回転翼駆動軸102を非接触に支持する機能を有するものである。

【0021】しかし、本実施例の特徴であるガス循環器の配管構成は、第1実施例とほぼ同様で、真空ポンプPの吸気ポートをガス循環経路RTとターボブロワ101の外部ポート7とにそれぞれ開閉弁V2、V3を介して接続し、真空ポンプPの排気ポートをガス循環経路RTと大気とにそれぞれ開閉弁V4、V5を介して接続したものである。しかし、軸受保持室152内は潤滑オイル等を用いずクリーンであるため、開閉弁V3とターボブロワ101の外部ポート7とは直結している。すなわち、本実施例では、ガス循環経路RT、ガス圧縮室51、シール機構108、軸受保持室152、外部ポート7、開閉弁V3、真空ポンプP、および開閉弁V4から再びガス循環経路RTに戻る配管経路が、第2ガス循環

経路RT22に相当することとなる。また、混合ガスボンベBは、開閉弁V1を介してガス循環経路RTに接続している。

【0022】このように構成したガス循環器の使用方法について図4に基づいて以下に述べる。循環器稼働時には、事前にガス循環経路RT内を所定圧力の混合ガスで充填する必要がある。このために、最初、開閉弁V1～V5を全て閉じた状態から開閉弁V2、V3、V5を開くとともに真空ポンプPを駆動してガス循環経路RT内を真空状態にした後、開閉弁V2、V3、V5を閉止する。しかる後、開閉弁V1を開いて混合ガスボンベBからガスバージし、ガス循環経路RTのガス圧が所定圧になれば開閉弁V1を閉止する。実際にはこの操作を何回か繰り返し、ガス純度を所定以上にする。そして、再び開閉弁V1～V5を全て閉じた状態にする。

【0023】次に、ターボブロワ101、真空ポンプPを運転するとともに、開閉弁V3、V4の開度を調整することによって、第2ガス循環経路RT22にガスを循環させる。具体的に混合ガスは、ガス循環経路RTから、ガス圧縮室51、シール機構108を通過し、軸受保持室152に流入する。そして、外部ポート7から開閉弁V3、真空ポンプP、開閉弁V4を経由してガス循環経路RTに戻るることとなる。本実施例の場合は、ガス循環経路RTを真空にする場合と、第2ガス循環経路RT22にガスを循環させる場合とで真空ポンプPを共用しているが、第1実施例同様、前者と後者とで真空ポンプPの圧縮比性能を変える必要があるため、真空ポンプPの回転数を後者の場合に遅くして圧縮比性能を落とし用いている。また、レーザ発振部LRにより消費されるガス量に見合うガス量を供給して、ガス循環経路RT内のガス量を一定に保つべく、開閉弁V1を若干開いて、混合ガスボンベBからガス循環経路RTにガスを供給している。

【0024】真空ポンプPにロータリポンプなどのオイルを使用するタイプのものを用いる場合には、図示しないが、開閉弁V4と真空ポートPの排気ポートとに間にオイルミストフィルタを設けたり、あるいは真空ポンプにオイルミストフィルタ内蔵のものをを用いればよい。また、第2実施例の配管の変形例として、図6に示すガス循環器について説明する。図6では、配管構成として、真空ポンプPの吸気ポートをガス循環経路RTに開閉弁V7を介して接続し、真空ポンプPの排気ポートをターボブロワ101の外部ポート7と大気とにそれぞれ開閉弁V8、V9を介して接続したものである。なお、真空ポンプPにオイル使用タイプのものを用いる場合には、真空ポンプPの排気ポートと開閉弁V8との間にオイルミストフィルタを設ければよい。しかし、この場合は、ガス循環経路RT、開閉弁V7、真空ポンプP、開閉弁V8、外部ポート7、軸受保持室152、シール機構108、およびガス圧縮室51から再びガス循環経路

R Tに戻る配管経路が第2ガス循環経路R T 2 3に相当することとなる。また、混合ガスポンプBは、開閉弁V 6を介してガス循環経路R Tに接続している。

【0025】このように構成したガス循環器の使用方法について以下に述べる。循環器稼働時においては、事前にガス循環経路R T内を所定圧力の混合ガスで充填する必要がある。このために、最初、開閉弁V 6～V 9を全て閉じた状態から開閉弁V 7、V 9を開くとともに真空ポンプPを駆動してガス循環経路R T内を真空状態にした後、開閉弁V 7、V 9を閉止する。しかる後、開閉弁V 6を開いて混合ガスポンプBからガスパージし、ガス循環経路R Tのガス圧が所定圧になれば開閉弁V 6を閉止する。実際にはこの操作を何回か繰り返し、ガス純度を所定以上にする。そして、再び開閉弁V 6～V 9を全て閉じた状態にする。

【0026】次に、ターボブロワ101、真空ポンプPを運転するとともに、開閉弁V 7、V 9の開度を調整することによって、第2ガス循環経路R T 2 3にガスを循環させる。具体的に混合ガスは、ガス循環経路R Tから、開閉弁V 7、真空ポンプP、開閉弁V 8、外部ポート7を通過し、軸受保持室152に流入する。そして、シール機構108からガス圧縮室51を経由してガス循環経路R Tに戻るということとなる。なお、本変形例の場合もガス循環経路R Tを真空にする場合とで真空ポンプPを共用しているため、真空ポンプPの回転数を後者の場合に遅くして圧縮比性能を落とす用いている。また、レーザ発振部L Rにより消費されるガス量に見合うガス量を供給して、ガス循環経路R T内のガス量を一定に保つべく、開閉弁V 6を若干開いて、混合ガスポンプBからガス循環経路R Tにガスを供給している。

【0027】したがって、第1、第2実施例に示したものであれば、ガス循環経路R T上のガスを軸受保持室52、152に流入させ、再びガス循環経路R T上に戻すこととなり、外部にガスを排出する必要がなくなるので、混合ガスポンプBからは、レーザ発振部L Rにおいて消費される微量のガス量のみを供給するだけで良くなる。すなわち、ガス消費量を低減してランニングコストを下げる事が可能になる。また、真空ポンプPをガス循環経路R Tの真空排気用として、また、第2ガス循環経路R T 2 1、R T 2 2、R T 2 3にガスを循環させるものとして共用できるように配管構成しているので、第2ガス循環経路R T 2 1、R T 2 2、R T 2 3にガスを循環させるガス圧縮機等を不要にして部品削減を図れる。

【0028】特に第2実施例によれば、潤滑オイルを用いないので、ガス循環経路R Tに潤滑オイルが混入することがなく、レーザ発振部L R内の図示しない光学ミラー表面にオイルが付着してレーザ出力値が低下するといった問題を抜本的に解決できる。また、動圧ガス軸受の

場合は一般的に放熱機構が必要であるが、第2ガス循環経路R T 2 2、R T 2 3にガスを循環させていることが、放熱機構を兼ねることとなり、別途放熱機構を設けずともすむ。さらに、第2実施例中変形例によれば、軸受保持室152を高圧にしているので、気体膜の圧力を容易に高めることができ、動圧ガス軸受31、32の支持力を大きくして軸受性能を有効に高めることができる。

【0029】なお、本発明は以上示した実施例のみに限定されるものではない。例えば、第2ガス循環経路にガスを循環させるガス圧縮機を独立して設けても構わない。また混合ガスポンプから供給するガス量の調整は、供給するガス量自体が非常に小さく、またポンプ内の圧力変化等でも変化するため、ガス循環経路上に、別途排気用バルブを設けておき、この排気バルブによりガス循環経路内のガス圧を一定に保つようにしても良い。また、ガス圧縮機は、遠心式のターボブロワに限定されるものではなく、本発明の趣旨にそうものであれば、メカニカルプースタポンプ等でも構わない。

【0030】その他、各部の構成は図示例に限定されるものではない。例えば、例えば真空ポンプや混合ガスポンプの配設位置を適宜変えても構わない等、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形が可能である。

【0031】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、ガス循環経路上のガスを軸受保持室に流入させ、再びガス循環経路上に戻すこととなり、外部にガスを排出する必要がなくなるので、混合ガスポンプからは、レーザ発振部において消費される微量のガス量のみを供給するだけで良くなる。すなわち、ガス消費量を低減してランニングコストを下げる事が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示すガス循環器の全体概略回路図。

【図2】同実施例のターボブロワの概略断面図。

【図3】同実施例における回路変形例を示す全体概略回路図。

【図4】本発明の第2実施例を示すガス循環器の全体概略回路図。

【図5】同実施例のターボブロワの概略断面図。

【図6】同実施例における回路変形例を示す全体概略回路図。

【符号の説明】

100、101…ガス圧縮機（ターボブロワ）

1…回転翼

2、102…回転翼駆動軸

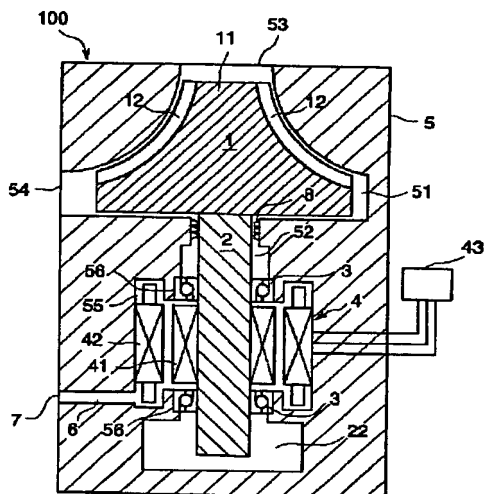
51…ガス圧縮室

52、152…軸受保持室

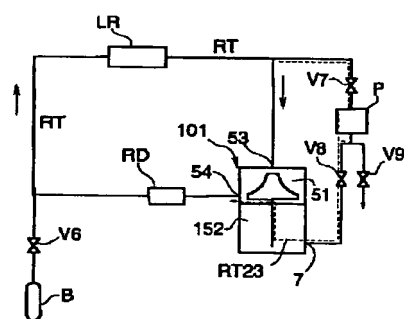
R T…ガス循環経路

L R…レーザ発振部

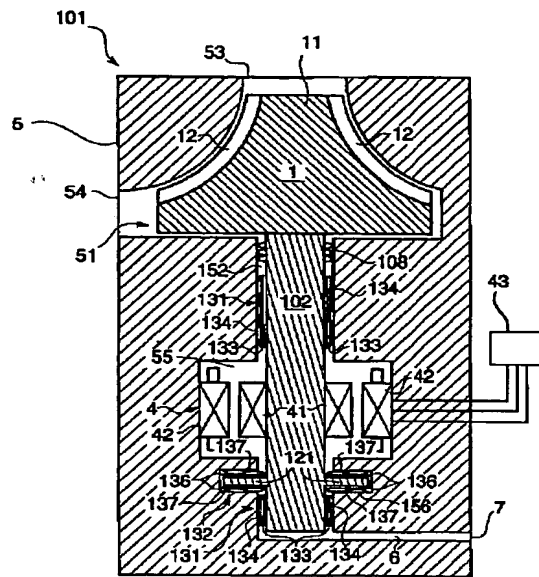
【図 1】



【図 3】



【図5】





THIS PAGE BLANK (USPTO)